



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA - FAV

WELLINGTON LUCAS GROCHEVESKI

EXTRATO AQUOSO DE VERMICOMPOSTO ASSOCIADO A APLICAÇÃO DE
MICRORGANISMOS EFICAZES NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE ALFACE

Brasília - DF

Dezembro de 2020

WELLINGTON LUCAS GROCHEVESKI

EXTRATO AQUOSO DE VERMICOMPOSTO ASSOCIADO A APLICAÇÃO DE
MICRORGANISMOS EFICAZES NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE ALFACE

Projeto final de Estágio Supervisionado,
submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
da Universidade de Brasília, como requisito parcial para
a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^a. Dra. Alessandra Monteiro de Paula

Brasília - DF

Dezembro de 2020

EXTRATO AQUOSO DE VERMICOMPOSTO ASSOCIADO A APLICAÇÃO DE
MICRORGANISMOS EFICAZES NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE ALFACE

COMISSÃO EXAMINADORA

Orientadora: Professora Dra. Alessandra Monteiro de Paula

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília

Professor Dr. Cícero Célio de Figueiredo

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília

Professora Dra. Sara Dantas Rosa

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília

Brasília - DF

Dezembro de 2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu agradeço a Epa Kuxipá, a todos os espíritos Yuxibú e Ancestrais da Natureza, por me conduzirem por este caminho, por me protegerem e me possibilitar chegar onde estou. Não fosse este amparo espiritual dos Ancestrais e Seres Encantados da Floresta, não teria conseguido alcançar meus objetivos.

Também agradeço à minha família, principalmente à minha mãe e minha irmã, que sempre acreditaram em mim e me apoiaram, mesmo quando as adversidades se mostravam maiores ou intransponíveis, sua força me inspirou a nunca desistir dos meus sonhos.

Sou muito grato à minha orientadora, professora Alessandra, por todas as conversas, por toda a ajuda durante a realização deste trabalho e por ser tão paciente e compreensiva comigo, por me conduzir neste caminho que é a Universidade, por me ensinar em todos os momentos aquilo que é o fazer científico e por ser uma inspiração acadêmica e profissional.

Ao professor Jader, por ter me aberto os olhos para um lado da academia que eu pouco conhecia, me introduzir nos círculos de pesquisa e proporcionar relacionamentos com Pesquisadoras e Pesquisadores fantásticos e grandes cientistas, sou muitíssimo grato.

Agradeço ao professor Cícero Célio de Figueiredo e à professora Sara Dantas Rosa, por aceitarem o convite para avaliar este trabalho.

Além disso, agradeço a todos os meus professores e colegas de curso, que me ajudaram no desenvolvimento deste trabalho e na vivência universitária, que me ouviram, me apoiaram, proporcionaram reflexões e diálogos interessantes. São estas relações que fazem todo este esforço valer a pena.

SUMÁRIO

Lista de figuras	vi
Lista de tabelas	
RESUMO	ix
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. Produção de alface no Brasil	12
2.2. Importância da Matéria Orgânica do Solo.....	14
2.3. Compostagem e Vermicompostagem	15
2.4. Extrato de Vermicomposto como influenciador no desenvolvimento de plantas	17
2.5. Utilização de Microrganismos Eficazes na agricultura	18
3. OBJETIVOS.....	19
3.1. Objetivo geral	19
3.2. Objetivos específicos.....	19
3.3. Hipótese	19
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1. Vermicompostagem e Extrato Líquido de Vermicomposto	21

4.2. Captura de Microrganismos Eficazes	22
4.3. Condução do experimento com as plantas de alface	23
4.4. Análise dos dados	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6. CONCLUSÕES.....	26
Anexos.....	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa das principais regiões produtoras de alface no Brasil	13
Figura 2. Aeração mecânica do Extrato Líquido de Vermicomposto e diferentes soluções de vermicomposto de 1%, 2%, 5% e 10% utilizadas neste experimento	20
Figura 3. Esquema das leiras de compostagem	21
Figura 4. Armadilhas para a captura de EM instaladas na Estação Experimental de Biologia, UnB. Armadilha sendo enterrada em meio à serapilheira e, em sequência, a colonização das iscas	21
Figura 5. Bandejas abastecidas com substrato comercial Bioplant (esquerda) e bandejas semeadas com as sementes de alface 7 dias após semeadura (DAS)	23
Figura 6. Aplicação de Microrganismos Eficientes sobre as plantas de alface	23
Figura 7. Coleta das plantas para posterior análises em laboratório	24

Tabela 1. Comprimento da parte aérea (mm) de mudas de alface	33
Tabela 2. Comprimento da raiz (mm) de mudas de alface	33
Tabela 3. Relação Parte Aérea/ Raiz (mm) de mudas de alface	34
Tabela 4. Peso Fresco de parte aérea (g) de mudas de alface	34
Tabela 5. Peso Fresco de raízes (g) de mudas de alface	35
Tabela 6. Peso Fresco total (g) de mudas de alface	35
Tabela 7. Massa Seca Parte Aérea (g) de mudas de alface	36
Tabela 8. Massa Seca Raiz (g) de mudas de alface	36
Tabela 9. Massa Seca total (g) de mudas de alface	37

RESUMO – A vermicompostagem é um processo de decomposição da matéria orgânica que utiliza da ação de minhocas para otimizar o processo natural de reciclagem da matéria orgânica. Enriquecido pela atividade metabólica das minhocas, o vermicomposto obtido caracteriza-se como adubo orgânico para uso diretamente em cultivos, bem como para a produção de extratos aquosos, contendo matéria orgânica solúvel, sais minerais e microrganismos promotores de crescimento das plantas. Os microrganismos eficazes (EM) são um conjunto de microrganismos capturados em áreas naturais intocadas ou pouco exploradas pelo homem que, através de seus metabolismos no solo, são capazes de oferecer às plantas substâncias benéficas que influenciam no seu desenvolvimento, além de agirem como controle natural para fitopatógenos dos solos. Adicionalmente, o presente trabalho teve por objetivo, avaliar o efeito de diferentes doses de extrato aquoso de vermicomposto no crescimento de plantas de alface, juntamente com a aplicação de EM no substrato. A aplicação de EM nas mudas de alface promoveu efeito adverso no comprimento da parte aérea, comprimento de raízes, relação comprimento parte aérea/raiz, peso fresco parte aérea, peso fresco raízes, peso fresco total e massa seca de raízes. A aplicação de doses de extrato de vermicomposto (EVC) no tratamento de sementes de alface promoveu efeito significativo na massa seca de raízes. Houve efeitos negativos relacionados às doses de EVC com EM sobre o desempenho das mudas de alface.

Palavras-chave: Bioestimulante vegetal; vermicompostagem; qualidade de mudas; hortaliças

1. INTRODUÇÃO

A preocupação da sociedade com o meio ambiente e o desenvolvimento de tecnologias que possibilitam reduzir os impactos das atividades humanas sobre a natureza é uma realidade (MUNDO, 2016). No meio rural, isto não é diferente (CAPORAL, 2008). É urgente que os processos produtivos ocorridos no campo acompanhem esta demanda, de modo que, os recursos disponíveis sejam aproveitados de maneira consciente, evitando desperdícios e diminuindo a pressão ambiental sobre recursos (OECD-FAO 2015). Neste sentido, o reaproveitamento de materiais que são abundantemente disponíveis nas propriedades é uma alternativa interessante sob diversos aspectos, principalmente no tocante à redução dos custos de produção com a aquisição de insumos externos à propriedade rural (FINATTO et al., 2013).

Além do exposto, a matéria orgânica do solo (MOS), quando bem manejada, promove alterações na qualidade do solo, tornando este ambiente mais propício para o desenvolvimento de culturas agrícolas, permitindo maior CTC, maior capacidade de retenção de água, desenvolvimento da microbiota e conseqüentemente, maior ciclagem de nutrientes, além de apresentar efeito residual na fertilidade do solo, liberando nutrientes para a solução do solo por mais tempo (RONQUIM, 2010). Outro efeito benéfico da MOS é o sequestro de carbono atmosférico, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa (GEE) decorrentes dos processos agrícolas e do uso de fertilizantes minerais que demandam uma grande quantidade de energia para a sua obtenção (FINATTO, 2013; GARCIA, 2016).

A vermicompostagem é um processo de transformação da matéria orgânica realizada através da ação de minhocas, que degradam o material disponível em um adubo de ótima

qualidade para a utilização agrícola, seja na produção de mudas, horticultura, floricultura e paisagismo, ou até mesmo na suplementação da ração animal (RICCI, 1996). Outro material de interesse agrônomo produzido pelo processo de vermicompostagem, é a fração líquida derivada, chamada de Extrato Líquido de Vermicomposto (EVC), um efluente produzido devido a umidade presente no substrato utilizado, que é rico em nutrientes, microrganismos, e substâncias que podem exercer influências sobre o desenvolvimento vegetal, quer seja como reguladores de crescimento, promotores de germinação de sementes ou biofertilizante (COTTA et al., 2015).

Os microrganismos eficazes (EM) são um conjunto de microrganismos presentes em solos naturais ou pouco explorados pelo homem, são desta forma denominados visto o importante papel que desempenham em diversos processos do solo, como por exemplo, a solubilização de fosfatos, fixação biológica de nitrogênio, além de agirem como agentes naturais de controle de fitopatógenos, além de produzirem compostos orgânicos que influenciam no desenvolvimento de plantas (SANTOS, 2016; FONTENELLE et al., 2017).

Dado o exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes concentrações de EVC de esterco bovino como promotor da qualidade das mudas de alface tratadas com o mesmo, com e sem a aplicação foliar de EM.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produção de alface no Brasil

A alface é uma planta anual, pertencente à família Asteraceae, originada em regiões de clima temperado (HENZ E SUINAGA, 2009). Sua origem remonta ao mediterrâneo e seu consumo é muito comum *in natura*, na forma de saladas (SALA; COSTA, 2012). Sua introdução no Brasil se deu através dos portugueses no ano de 1650, devido ao hábito de consumir esta hortaliça (SALA; COSTA, 2012). As cultivares disponíveis no mercado nacional se adaptam muito bem em temperaturas amenas, principalmente para o desenvolvimento vegetativo das plantas, contudo, em temperaturas elevadas o pendoamento é favorecido podendo ocorrer em uma fase mais precoce, encurtando o ciclo cultural, resultando em plantas menores (HENZ; SUINAGA, 2009). Existem seis tipos de alface no

mercado de sementes do Brasil, essa classificação é dada devido ao tipo de folhas e a formação de cabeça: tipo repolhuda lisa ou “manteiga”, tipo repolhuda crespa ou Americana, tipo solta lisa, tipo solta crespa, tipo solta crespa roxa, tipo Romana, cada uma destas contando com uma variedade de cultivares (HENZ; SUINAGA, 2009).

A produção de mudas é um fator determinante da qualidade final das hortaliças (LOPES et al., 2018), influenciando o desempenho das plantas ao longo de todo o ciclo produtivo, interferindo tanto na qualidade nutricional, quanto no tempo de condução da cultura (MARQUES; BALTTODO; SANTOS; OLIVEIRA, 2003). Sua qualidade está relacionada com a forma de produção, podendo ser realizado através de semeadura direta em canteiros, ou através da produção em recipientes, sendo estes mais eficientes no tocante a biossegurança e fitossanidade das plantas; além da qualidade do substrato empregado na produção destas mudas (MARQUES; BALTTODO; SANTOS; OLIVEIRA, 2003). O substrato deve garantir a sustentação mecânica das plantas, ser atóxico, ter baixa salinidade e baixa condutividade elétrica, apresentar nutrientes para o desenvolvimento inicial das plantas, ser capaz de reter água e apresentar efeito tampão para as bruscas variações de pH (FERREIRA et al., 2014). Contudo, a obtenção de um único material para compor os substratos é inviável, sendo necessário a formulação de substratos complexos, com misturas de variados produtos, como composto orgânico ou vermicomposto, para garantir as condições ideais para o desenvolvimento das mudas com um baixo custo de produção e mantendo os parâmetros de qualidade (DE SOUZA ANTUNES et al., 2019).

A alface é a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil. Sua produção se concentra nos chamados “Cinturões Verdes”, zonas de produção próximas aos centros de consumo, devido ao curto período de deterioração do produto pós-colheita, contudo, é produzida e consumida em todo o território nacional (SALA E COSTA, 2005; HENZ E SUINAGA, 2009). Sua comercialização, em média anual, rende o montante de 8 bilhões de reais, com uma produção estimada em 1,5 milhão de toneladas (ABCSEM, 2013).

As principais regiões produtoras de alface no país são: Sudeste, Nordeste e Sul, com uma área cultivada correspondente a 85% da produção nacional e 13% nas regiões Centro-Oeste e Norte (LIMA et al., 2016). De acordo com os mesmos autores, estima-se que a alface é cultivada em 65 mil propriedades rurais no país, indicando a importância

econômica da cultura na geração de empregos e renda. HENZ; SUINAGA (2009) destacam que existem quatro sistemas de produção predominantes no país a saber: o cultivo convencional, o cultivo orgânico em campo aberto, o cultivo protegido em solo e o cultivo hidropônico.

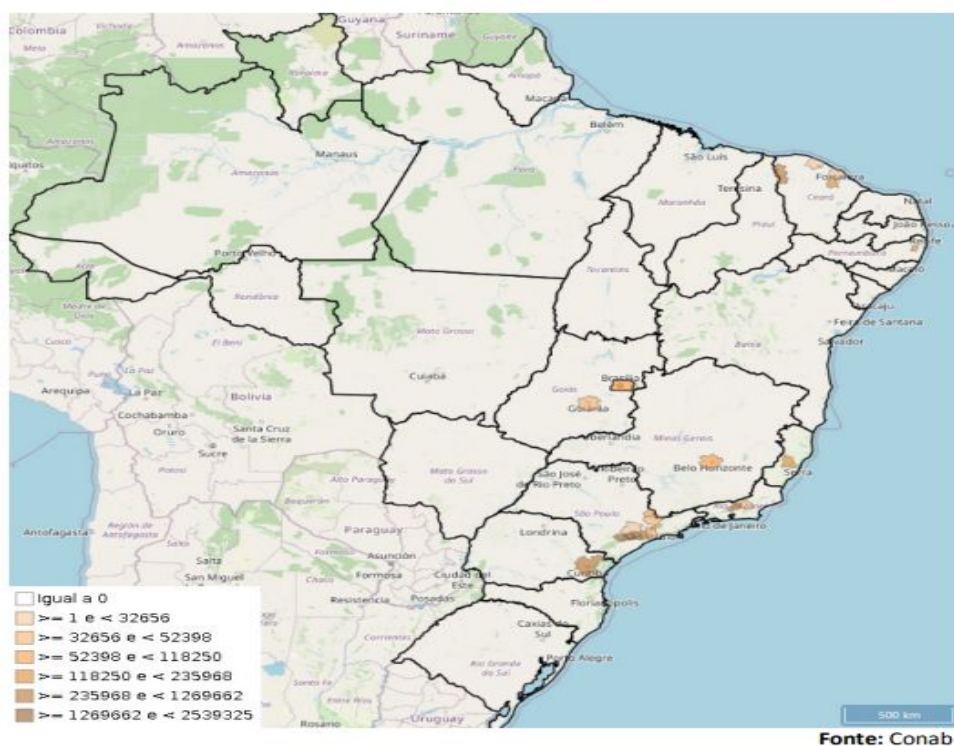


Figura 1. Mapa das principais regiões produtoras de alface no Brasil em número de cabeças comercializadas.

2.2 A importância da Matéria Orgânica do Solo

A Matéria Orgânica do Solo (MOS) é o produto da decomposição de materiais orgânicos que se acumulam no solo (CUNHA; MENDEZ; GIONGO, 2015). Sua origem pode ser vegetal, animal ou de processos de decomposição destes e apresenta diversas funções físicas e químicas na dinâmica dos solos (RONQUIM, 2010). Sua concentração nos solos apresenta variabilidade de acordo com o tipo de solo, clima e material de origem da MOS, sendo que, em solos tropicais cultivados suas taxas estão entre 2% a 5%, porém, apesar da baixa concentração, desempenham papel fundamental na dinâmica de nutrientes, sendo de extrema importância para o melhor aproveitamento de P, aporte de N, sequestro de C atmosférico, reguladora da temperatura do solo e outras funções importantes (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). Também melhorando as taxas de retenção de água, diminuindo a susceptibilidade à erosão, elevando a CTC do solo, e servindo como fonte de nutrientes e energia para os microrganismos do solo. Estes últimos também são considerados fonte de nutrientes para o solo dada a sua rápida atividade e decomposição, disponibilizando nutrientes ao solo (DA COSTA; SILVA; DE ALMEIDA RIBEIRO, 2013).

Sob o ponto de vista da fertilidade do solo, a MOS está diretamente relacionada ao aproveitamento pelas plantas de nutrientes presentes na solução do solo, visto que os compostos liberados dada a sua decomposição, a liberação de ácidos húmicos e outros quelatos, complexam com elementos tóxicos ou competidores dos minerais, possibilitando que mais nutrientes estejam disponíveis para as plantas (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). Outro efeito benéfico da MOS é o seu efeito tampão do solo, reduzindo a brusca variação de pH do solo, fator que interfere na disponibilidade de nutrientes para as plantas (RONQUIM, 2010).

2.3 Compostagem e Vermicompostagem

A correta deposição de resíduos orgânicos sólidos é uma grande preocupação que deve ser atendida visando reduzir os impactos ambientais que esta prática pode causar caso não seja levado a cabo algum método de tratamento destes resíduos (COTTA et al., 2015). Em contrapartida, quando já estabilizados nos processos de decomposição, estes resíduos são fonte de nutrientes para o solo, além de estarem relacionados com a ciclagem de carbono dos solos, diminuindo a sua emissão para a atmosfera, afetam a capacidade de retenção de água e servem de fonte de energia para a microbiota do solo (COTTA et al., 2015). Neste sentido,

técnicas como a compostagem ou a vermicompostagem destes resíduos têm se mostrado alternativas muito interessantes, tanto do ponto de vista econômico, visto que contribuem na redução dos custos de produção com fertilizantes minerais, quanto sob a ótica de conservação do solo, visto os impactos que a matéria orgânica desempenha neste compartimento ambiental (DE AQUINO; OLIVEIRA; LOUREIRO, 2005; DORES-SILVA; LANDGRAF; REZENDE, 2013; COTTA et al., 2015).

Húmus é o nome dado ao material orgânico com alto grau de estabilização, é composto por substâncias inorgânicas mineralizadas e substâncias orgânicas de elevado peso molecular como ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina, oriundo do processo de decomposição da matéria orgânica por microrganismos (DORES-SILVA; LANDGRAF; REZENDE, 2013). Estas substâncias apresentam compostos orgânicos polimerizados, principalmente originados dos processos de condensação, demetilação e oxidação da matéria orgânica, até a formação de macromoléculas resistentes à degradação biológica (ANTUNES et al., 2015). Destas frações que compõem a parte humificada da matéria orgânica do solo, as huminas são as substâncias de maior peso molecular, estando intimamente ligadas à fração mineral do solo, portanto, são insolúveis; já os ácidos fúlvicos e ácidos húmicos são solúveis dadas algumas características a saber, por exemplo, os ácidos fúlvicos são solúveis tanto em meio ácido quanto em meio básico, como consequência do grande número de grupamentos funcionais oxigenados, entretanto, os ácidos húmicos não são solúveis em meios elevadamente ácidos e são, dentre as substâncias húmicas, as que apresentam maior grau de estabilidade da matéria orgânica (ANTUNES et al., 2015). Estas substâncias são uma forma interessante de disponibilizar nutrientes para os solos, além de interferirem no desenvolvimento das plantas, elas também influenciam nas qualidades físicas e químicas dos solos (BORGES, 2017).

Ao processo de decomposição aeróbia e controlada da matéria orgânica em substâncias húmicas e sua mineralização em nutrientes disponíveis para as plantas, é dado o nome de compostagem (DE AQUINO; OLIVEIRA; LOUREIRO, 2005). Este processo ocorre em decorrência da ação de microrganismos, tais como bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários, algas, dentre outros presentes no solo, no material orgânico (esterco, cama de frango, farinhas de ossos ou sangue, etc.) ou inoculados, como no caso de EM que utilizam o carbono e o nitrogênio como fonte de energia e matéria para a sua reprodução, mineralizando e humificando a matéria orgânica, liberando nutrientes e outros

compostos orgânicos antes imobilizados (DE AQUINO; OLIVEIRA; LOUREIRO, 2005; VALENTE et al., 2009; PEDROSA et al., 2013). Apesar de acontecer naturalmente, este processo pode ser otimizado, reduzindo o tempo de preparo do composto, material final do processo de compostagem, gerando um produto de melhor qualidade, que tem grande potencial de aplicação agrícola devido sua composição em nutrientes, fito-hormônios, reguladores de crescimento, estimulantes vegetais e outros compostos benéficos para o desenvolvimento de plantas (DA SILVA; DO NASCIMENTO DUARTE; ANSELMO, 2017; DAL BOSCO, 2017; DE OLIVEIRA FILHO et al., 2017). Este processo termofílico que ocorre em meio aeróbico, na presença de microrganismos que agem sobre o material orgânico adicionado nas pilhas ou leiras de compostagem, que são os dois processos mais comuns para este processo (DE AQUINO; OLIVEIRA; LOUREIRO, 2005; DE OLIVEIRA FILHO et al., 2017).

O processo de compostagem pode ser dividido em três estádios bem definidos, dada a atividade microbiana e sua caracterização microbiológica ao longo da degradação da matéria orgânica: a) estágio mesofílico, caracterizado pelo rápido crescimento da comunidade microbiana na pilha de composto e a atividade metabólica destes é acentuada, nesta fase as temperaturas da pilha de composto variam entre 35°C e 45°C; b) o estágio termofílico é caracterizado pela presença de bactérias termofílicas, visto que a temperatura da pilha de composto pode atingir temperaturas em torno dos 60°C, esta fase é onde ocorre a degradação de celulose e ligninas e a maior parte da matéria orgânica é consumida, ao final desta fase a temperatura média da pilha de composto é em torno dos 40°C; c) é o estágio de maturação ou cura é onde ocorre a formação de húmus, a temperatura da pilha de composto decresce até a temperatura ambiente e a comunidade microbiana é composta majoritariamente por fungos e actinomicetos, esta parte do processo é importante para garantir a aplicação segura do material sem causar danos às culturas que se beneficiarão deste adubo orgânico, visto que sem a devida maturação do composto pode ocorrer a excessiva produção de amônia, que pode causar toxicidade para as plantas, ou inviabilizar a utilização de nitrogênio, visto que microrganismos do solo tendem a utilizar este para desempenhar suas atividades de degradação da matéria orgânica, além de poder ocorrer a diminuição da disponibilidade de oxigênio nas raízes das plantas (DE OLIVEIRA FILHO et al., 2017; HEBERTS et al., 2005; PIMENTA et al., 2016; SAUER; DE LIMA; GUZZATI, 2020).

A vermicompostagem é um processo que utiliza a ação destes organismos para acelerar o processo de maturação do composto formado exclusivamente por microrganismos, produzindo um biofertilizante de melhor qualidade, mais homogêneo, com matéria orgânica em maior grau de estabilidade (DE AQUINO; OLIVEIRA; LOUREIRO, 2005). A vantagem deste processo é que além de incorporar outras substâncias orgânicas provenientes do metabolismo das minhocas, estes organismos fazem o revolvimento natural da pilha, dispensando esta etapa, tão urgente na compostagem convencional (DE SOUZA; CARVALHO; ROCHA, 2020). A espécie mais comum para a produção de minhocas (vermicultura) é a chamada “vermelha-da-Califórnia” (*Eisenia foetida*), por conta de sua maior adaptabilidade em cativeiro, ciclo reprodutivo precoce e a “minhoca-do-esterco ou minhoca-noturna-africana” (*Eudrilus eugeniae*) por apresentar maior crescimento (DE SOUZA; CARVALHO; ROCHA, 2020; FRARE; ROYER; TAPANOTTI, 2017).

2.4 Extrato de vermicomposto como influenciador no desenvolvimento de plantas

A parte líquida que é produzida devido a vermicompostagem apresenta potencial para a utilização agrícola, podendo ser aplicado como biofertilizante no solo ou via aplicação foliar, ser utilizado no tratamento de sementes, funcionar como bioestimulantes para plantas (DO LAGO LOPES et al., 2019; MENEZES, 2015; PEREIRA, 2019). Este material carrega em sua composição hormônios, substâncias húmicas, sólidos diluídos ou em suspensão, que são interessantes fontes de nutrientes e bioestimulantes para plantas, podendo ser aplicadas em diversas culturas (MENEZES, 2015). Contudo, a produção deste líquido não segue uma padronização, dependendo da quantidade de água adicionada ao processo, sendo que, quando garantidas as condições de aerobiose sua produção é acentuada (MENEZES, 2015). Apesar dos potenciais benefícios que este líquido pode apresentar, sua aplicação deve seguir critérios específicos para garantir que as plantas não venham a sofrer contaminação, prejudicando o seu desenvolvimento e trazendo prejuízos econômicos para os produtores (DE SOUZA et al., 2012).

ARANCON et al. (2012) em experimento utilizando diferentes concentrações de extrato de vermicomposto no tratamento de sementes de tomate e alface por embebição, constatou que houve respostas significativas para os índices de germinação e crescimento de mudas destas culturas, onde concentrações de 1% de Extrato de vermicomposto

incrementaram germinação e 5% de extrato de vermicomposto promoveram o crescimento de mudas, sendo uma estratégia economicamente viável para a produção de mudas de qualidade.

2.5 A utilização de Microrganismos Eficientes na agricultura

Microrganismos Eficientes (EM) é o nome dado ao conjunto de microrganismos de solos férteis presentes em áreas naturais intocadas ou pouco exploradas pela ação humana (FONTENELLE et al., 2017). São desta forma denominados visto o importante papel que desempenham em diversos processos do solo, como por exemplo, a solubilização de fosfatos, fixação biológica de nitrogênio, além de agirem como agentes naturais de controle de fitopatógenos (SANTOS, 2016; FONTENELLE et al., 2017). Outros papéis importantes dos EM são, como aponta SANTOS (2016), acelerar os processos de decomposição da matéria orgânica, intensificar a germinação de sementes e no crescimento de plantas. Este efeito se deve ao fato de EM serem ricos em enzimas, vitaminas, antibióticos e fito-hormônios, que interferem no desenvolvimento de plantas e no crescimento de microrganismos fitopatogênicos (FONTENELLE et al., 2017). LOPES (2018) também destaca o papel que a microbiota do solo desempenha em promover o crescimento radicular, também em degradar contaminantes do solo, promover a absorção de nutrientes, exemplificando os diversos interesses que podem ser atendidos com a exploração deste recurso biológico.

A extração de EM é relativamente simples, demandando poucos recursos e, que são facilmente disponíveis na propriedade rural, tornando o processo acessível para muitos produtores (LEITE; MOREIRA, 2010). O processo consiste, basicamente, na captura dos microrganismos em uma área adequada, idealmente uma área natural com pouco impacto humano, em iscas feitas de arroz cozido deixadas enterradas sob serapilheira (LEITE; MOREIRA, 2010; FONTENELLE et al., 2017). Após um período que varia entre 7 a 15 dias, o material plenamente colonizado é recolhido, as colônias são selecionadas, sendo aquelas consideradas inapropriadas descartadas no local de captura, e o EM é multiplicado em meio de cultura rico em carboidratos por um período que varia entre 10 a 20 dias para EM líquido, ou 30 dias para EM sólido (LEITE; MOREIRA, 2010). FONTENELLE (2017) aponta que o EM, depois de finalizado o processo de fabricação, pode ser armazenado por até 40 dias em geladeira. Sua aplicação também é relativamente fácil, podendo ser aplicado diretamente ao solo, evitando-se o contato do produto com a parte aérea das plantas, ou em diluições para o

tratamento de sementes, usado para acelerar o processo de decomposição de matéria orgânica e liberar nutrientes mais prontamente (SANTOS, 2016).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência do extrato de vermicomposto de esterco bovino e o efeito da aplicação de EM na qualidade de mudas de alface.

3.2 Objetivos Específicos

- (1) Verificar se o tratamento de sementes com diferentes concentrações de extrato líquido de vermicomposto influencia na qualidade de mudas de alface conduzidas em bandejas de polietileno, em casa de vegetação;
- (2) Observar como a aplicação de microrganismos eficazes após a germinação interfere na qualidade das mudas produzidas, juntamente com o tratamento de sementes;

3.3 Hipótese

A hipótese presente neste trabalho é de que o tratamento de sementes com extrato líquido de vermicompostagem, juntamente com a aplicação de microrganismos eficazes no substrato, interferem positivamente na qualidade das mudas de alface produzidos em bandejas de polietileno em casa de vegetação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Biológica da Universidade de Brasília, na cidade de Brasília, Distrito Federal, no período correspondente a 14 de setembro e 10 de outubro do ano de 2020, totalizando 23 dias de condução das plantas de alface *Lactuca sativa* L. cv Vanda. Foram analisados os efeitos da aplicação de diferentes concentrações de extrato de vermicomposto (0, 1%, 2%, 5% e 10%), com e sem o uso de solução de EM. As plantas foram semeadas em bandejas de polietileno com 128 células, sendo cada bandeja considerada uma unidade experimental.

4.1 Vermicompostagem e Extrato Líquido de Vermicomposto

O processo de vermicompostagem foi realizado utilizando uma mistura de composto produzido na própria Estação Experimental. As pilhas de composto foram produzidas utilizando uma mistura de esterco bovino e folhas secas de bambu (figura 2), umedecidas frequentemente, organizadas de modo que ao final de seis semanas o húmus produzido estivesse pronto para ser adicionado nas vermicomposteiras. As vermicomposteiras utilizadas foram caixas de polietileno de 310 dm³, com um sistema de coleta do chorume produzido, as minhocas utilizadas foram as “vermelhas-da-Califórnia” (*Eisenia foetida*). Após 4 semanas de condução do processo de vermicompostagem, retirou-se 100g de vermicomposto e este foi acondicionado em Beckers de plástico de 1L e submetidos a aeração contínua por um período de 7 dias, para a obtenção do extrato de vermicomposto (EVC) (Figura 3). A partir do extrato obtido, foram definidas as doses para o tratamento das sementes de alface, em porcentagem de diluição (V/V): 0%, 1%, 2%, 5% e 10%. As sementes de alface foram acondicionadas em placas de Petri contendo papel toalha embebido com as soluções do extrato por um período de 24 horas, na quantidade equivalente a 2 vezes o peso do papel (MAPA, 2009), para em seguida serem semeadas em bandejas de polietileno, com substrato completo para plantas Bioplant®.



Figura 2. Esquema das leiras de compostagem



Figura 3. Aeração mecânica do Extrato Líquido de Vermicomposto (à esquerda) e diferentes soluções de vermicomposto de 1%, 2%, 5% e 10% utilizadas neste experimento (à direita)

4.2 Captura de Microrganismos Eficazes (EM)

A captura de EM foi realizada segundo o método proposto por LEITE; MOREIRA (2010), na Ficha Fertilidade de Solo e Nutrição de Plantas nº 31. O método consiste em utilizar iscas de arroz cozido sem tempero e óleo, após frio, o material foi colocado em pequenos pedaços de bambu cortados no sentido longitudinal, envolvido com uma malha de sombrite e enterrado em uma área de mata que existe no local (Figura 4). Após um período de 15 dias o material foi recolhido e as colônias de microrganismos selecionadas, aquelas de coloração acinzentada, marrom ou preta foram descartadas no próprio local, enquanto que as de coloração azul, amarela, vermelha e verde foram levadas para laboratório e ativadas com uma solução de açúcar mascavo (utilizando um volume de 10 mL para cada 5L de água). A solução foi acondicionada por 15 dias em garrafa pet e ao abrigo da luz, sendo aberta a cada 2 dias para a remoção dos gases formados.



Figura 4. Armadilhas para a captura de EM instaladas na Estação Experimental de Biologia, UnB. Armadilha sendo enterrada em meio à serapilheira próximo a um bambuzal e, em sequência, a colonização das iscas.

O material foi considerado pronto quando não apresentou mais formação de gases, sendo então diluídos 10 mL de concentrado de EM para cada 10 litros de água. Esta solução foi borrifada nas mudas de alface aos 7 dias após plantio (DAP), sendo realizadas aplicações subsequentes aos 11, 15 e 19 DAP (Figura 5).



Figura 5. Aplicação de Microrganismos Eficientes sobre as plantas de alface

4.3 Condução do experimento com as plantas de alface

Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em casa de vegetação, recebendo irrigação duas vezes ao dia com irrigador de jardim durante todo o experimento (Figura 6). Aos 16 Dias Após Plantio (DAP), as plantas receberam adubação foliar com solução de Hoagland completa diluída 50%. O experimento teve duração de 24 dias desde a data de plantio das sementes, sendo então as plantas recolhidas para as análises.



Figura 6. Bandejas contendo substrato comercial Bioplant® (esquerda) e semeadas com as sementes de alface 7 dias após plantio (DAP).

4.4 Variáveis analisadas e delineamento experimental

Para avaliação das mudas de alface, foram selecionadas aleatoriamente 14 plantas de cada repetição (Figura 7). A média das medidas biométricas das 14 plantas avaliadas correspondeu ao dado de uma unidade experimental. As plantas após serem colhidas tiveram o comprimento da parte aérea e das raízes aferido com o auxílio de paquímetro digital. Foram avaliados também o peso fresco da parte aérea e o peso fresco das raízes, com a utilização de uma balança de precisão. Em seguida as plantas foram acondicionadas em sacos de papel pardo e levadas à estufa com temperatura constante de 65°C, até a obtenção de um peso constante, onde a massa seca da parte aérea e das raízes foram aferidas.

Como parâmetros de qualidade das mudas produzidas foram determinadas as seguintes relações: altura/massa seca aérea (A/MSPA) e massa seca parte aérea/massa seca de raízes (RPAR).

O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas, sendo a parcela (não aleatorizada) a aplicação ou não de EM (EM e controle) e, as subparcelas foram as doses de extrato de vermicomposto (0, 1%, 2%, 5% e 10%), aplicados na forma de tratamento das sementes de alface, com 4 repetições por tratamento, totalizando 8 bandejas.



Figura 7. Mudanças de alface selecionadas aleatoriamente para posterior análises biométricas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância para o delineamento experimental de parcelas subdivididas, considerando as parcelas o tratamento com EM (Controle e EM) e nas subparcelas as doses de EVC.

4.5 Análises estatísticas

Na interação significativa entre a aplicação de EM e de EVC, procedeu-se ao desdobramento das doses de EVC dentro do tratamento com EM, aplicando o teste t (LSD) a uma probabilidade de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de EM nas mudas de alface promoveu efeito negativo no comprimento da parte aérea, comprimento de raízes, relação comprimento parte aérea/raiz, peso fresco parte aérea, peso fresco raízes, peso fresco total e massa seca de raízes. A aplicação de doses de extrato de vermicomposto no tratamento de sementes de alface promoveu aumento na massa seca de raízes. Ao avaliar o efeito do tratamento com EVC, os dados estão em conformidade com outros trabalhos, como o de HERNANDEZ et al. (2013), que observaram uma resposta similar ao analisar o efeito da aplicação de humatos de vermicomposto em alface. Nos tratamentos que receberam aplicação de EM, apesar de apresentarem médias inferiores para as variáveis comprimento da parte aérea, comprimento de raízes, relação comprimento parte aérea/raiz, peso fresco parte aérea, peso fresco raízes, peso fresco total e massa seca de raízes, foi possível perceber um efeito de doses de EVC nas variáveis relação parte aérea/raiz, peso fresco parte aérea, peso fresco total e massa seca de raiz.

Para o comprimento da parte aérea, observou-se a redução de 16,5% com a aplicação de EM (Tabela 1). Os resultados observados no tratamento controle (C) são similares ao obtido por Oliveira Júnior (2016), ao avaliar a influência do volume das células de bandejas para produção de mudas de alface.

Tabela 1. Comprimento da parte aérea (mm) de mudas de alface cultivar Vanda, aos 24 dias após semeadura (DAS), submetidas ao manejo com microrganismos eficazes e tratamento de sementes com extrato de vermicomposto (C – controle; EM – microrganismos eficazes; EVC – extrato de vermicomposto; n = 4).

Aplicação de microrganismos eficazes		
	C	EM
	50,3 a	42,0 b
CV 1 (%)	15,2%	
Doses de EVC		
0	49,4 A	42,6 A
1	52,0 A	38,2 A
2	51,4 A	46,7 A
5	50,9 A	41,8 A
10	48,0 A	40,8 A
CV 2 (%)	13,6%	

Médias seguidas de mesma letra, na linha (minúscula) e na coluna (maiúscula), não diferiram entre si, pelo teste LSD($p < 0,05$).

Resultado similar foi observado para o comprimento de raízes, com uma redução de 4,36% com a aplicação de EM (Tabela 2). As mudas do tratamento controle apresentaram comprimento médio de raízes (93,2 mm) próximo ao observado por Medeiros et al. (2008), em mudas de alface cv. Babá-de-verão (96 mm), produzidas em diferentes substratos.

DO LAGO LOPES et al. (2018), ao avaliar a aplicação de chorume de vermicomposto no substrato em mudas de Brássicas, constatou o efeito positivo deste no comprimento do sistema radicular e justifica este resultado devido a presença de substâncias que apresentam ação similar ao de fitormônios vegetais, estimulando o crescimento das raízes, além de efeitos protetivos contra o estresse oxidativo.

Tabela 2. Comprimento de raízes (mm) de mudas de alface cultivar Vanda, aos 24 dias após semeadura (DAS), submetidas ao manejo com microrganismos eficazes e tratamento de sementes com extrato de vermicomposto (C – controle; EM – microrganismos eficazes; EVC – extrato de vermicomposto; n = 4).

Aplicação de microrganismos eficazes		
	C	EM
	93,2 a	89,2 b
CV 1 (%)	11,5%	
Doses de EVC		
0	93,4 A	92,4 A
1	90,5 A	90,3 A
2	93,1 A	88,2 A
5	96,9 A	89,0 A
10	92,2 A	86,3 A
CV 2 (%)	7,2%	

Médias seguidas de mesma letra, na linha (minúscula) e na coluna (maiúscula), não diferiram entre si, pelo teste LSD ($p < 0,05$).

A relação parte aérea/raiz teve uma redução de 13% (tabela 3), quando comparada com os resultados dos tratamentos que não receberam EM, indicando que a aplicação destes teve efeito adverso sobre a variável em questão. Os tratamentos apenas com EVC não apresentaram diferença estatística entre si, mas a interação EVC+EM apresentou diferenças em relação às diferentes concentrações de EVC, sendo que o tratamento 2%EVC+EM apresentou a maior média para a variável estudada, sendo 21% maior que o tratamento 1%EVC+EM, que apresentou a menor média, contudo, não houve diferenças entre os demais tratamentos. Também é possível notar que o tratamento 2%EVC+EM teve média similar aos tratamentos que receberam apenas o EVC.

De acordo com o exposto por CONCEIÇÃO; DIAS-FILHO (2013), quanto menores os valores da relação parte aérea/raiz e mais próximos de zero, mais equilibrada a relação, indicando melhor distribuição entre o crescimento de parte aérea e sistema radicular, isso significa que apresenta maior distribuição entre os fotoassimilados na planta. Portanto, as plantas que receberam o tratamento com EM apresentaram melhor distribuição dos fotoassimilados entre parte aérea/sistema radicular, constatando que a dose 2%EVC+EM apresentou a menor média de tratamentos, diferindo apenas do tratamento 1%EVC+EM, que teve maior média para a variável estudada. O observado para a relação parte aérea/raiz indica que a dose 2%EVC+EM apresentou valor 20,75% maior que o tratamento 1%EVC+EM. Contudo, estes tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas entre os demais tratamentos. Como exposto acima, comparados aos resultados obtidos por CONCEIÇÃO; DIAS-FILHO (2013), estes valores indicam que a melhor relação parte aérea/raiz foi a relativa ao tratamento 1%EVC+EM, que apresentou melhor distribuição de fotoassimilados entre a planta.

Tabela 3. Relação Parte Aérea/ Raiz (mm) de mudas de alface cultivar Vanda, aos 24 dias após semeadura (DAS), submetidas ao manejo com microrganismos eficazes e tratamento de sementes com extrato de vermicomposto (C – controle; EM – microrganismos eficazes; EVC – extrato de vermicomposto; n = 4).

Aplicação de microrganismos eficazes		
	C	EM
	0,54 a	0,47 b
CV 1 (%)	13,2%	
Doses de EVC		
0	0,53 A	0,46 AB
1	0,57 A	0,42 B
2	0,55 A	0,53 A
5	0,52 A	0,47 AB
10	0,52 A	0,46 AB
CV 2 (%)	7,2%	

Médias seguidas de mesma letra, na linha (minúscula) e na coluna (maiúscula), não diferiram entre si, pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

A variável peso fresco da parte aérea reduziu 29,3% (Tabela 4) com a aplicação de EM, quando comparada aos tratamentos controle. Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos que não receberam EM, porém, ao observar o efeito da interação EVC+EM,

houve um efeito de doses significativo, sendo que o tratamento 10%EVC+EM apresentou as maiores médias para a variável em questão, diferindo estatisticamente dos tratamentos 1%EVC+EM (27,3%) e 5%EVC+EM (30,3%), que apresentaram as menores médias. Não foram observadas diferenças entre os demais tratamentos. Estes dados indicam que o tratamento 10%EVC+EM foi o mais eficiente em acumular biomassa na parte aérea em relação aos tratamentos 1%EVC+EM e 5%EVC+EM mas não diferiu do controle, como indica LOPES et al. (2018).

Tabela 4. Peso Fresco de parte aérea (g) de mudas de alface cultivar Vanda, aos 24 dias após semeadura (DAS), submetidas ao manejo com microrganismos eficazes e tratamento de sementes com extrato de vermicomposto (C – controle; EM – microrganismos eficazes; EVC – extrato de vermicomposto; n = 4).

Aplicação de microrganismos eficazes		
	C	EM
	7,5 a	5,3 b
CV 1 (%)	27,4%	
Doses de EVC		
0	7,1 A	5,1 AB
1	8,1 A	4,8 B
2	8,0 A	5,5 AB
5	7,2 A	4,6 B
10	7,1 A	6,6 A
CV 2 (%)	17,1%	

Médias seguidas de mesma letra, na linha (minúscula) e na coluna (maiúscula), não diferiram entre si, pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

O peso fresco da raiz apresentou decréscimo de 38,84% (tabela 5) devido a aplicação de EM, quando comparado ao tratamento sem EM. Contudo, ao avaliar as respostas às diferentes doses de EVC e a interação com o EM, não houve diferenças estatísticas para os tratamentos, indicando que o tratamento de sementes com EVC não interfere nesta variável em questão.

DO LAGO LOPES et al. (2019) sugere que a ação de humatos presentes no substrato, decorrente da decomposição da matéria orgânica e atividade microbiana, alteram o pH do substrato que interfere na absorção de nutrientes pelas plantas, podendo tornar estes nutrientes indisponíveis para a absorção radicular. Estes dados são observados por ALMEIDA (2000).

Tabela 5. Peso Fresco de raízes (g) de mudas de alface cultivar Vanda, aos 24 dias após semeadura (DAS), submetidas ao manejo com microrganismos eficazes e tratamento de sementes com extrato de vermicomposto (C – controle; EM – microrganismos eficazes; EVC – extrato de vermicomposto; n = 4).

Aplicação de microrganismos eficazes		
	C	EM
	4,84 a	2,96 b
CV 1 (%)	1,9%	
Doses de EVC		
0	4,3 A	3,0 A
1	4,9 A	2,6 A
2	5,4 A	2,9 A
5	4,7 A	2,8 A
10	4,8 A	3,4 A
CV 2 (%)	18,9%	

Médias seguidas de mesma letra, na linha (minúscula) e na coluna (maiúscula), não diferiram entre si, pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

O peso fresco total reduziu 35,5% (tabela 6) com a aplicação do EM em comparação ao tratamento controle, entretanto, não houve diferenças entre as diferentes doses de EVC. Contudo, ao analisar o efeito da interação EVC+EM, a dose 10%EVC+EM apresentou maior média para a variável em questão, diferindo apenas dos tratamentos 1%EVC+EM e 5%EVC+EM, que apresentaram as menores médias, mas não diferiu do controle. Não houve diferença entre os tratamentos sem EVC e 2%EVC+EM e os demais tratamentos analisados.

Estes resultados corroboram a hipótese de que houve redução na absorção de nutrientes pelas plantas submetidas ao tratamento com EM devido às alterações nas qualidades químicas do substrato, como afirmam ALMEIDA (2000) e DO LAGO LOPES et al. (2019). Contudo, ao analisar os tratamentos que receberam EM entre si, o tratamento 10%EVC+EM apresentou média 25% maior que os tratamentos 1%EVC+EM e 5%EVC+EM, indicando que houve maior acúmulo de biomassa neste tratamento em relação aos de menor média, como aponta LOPES et al. (2018), porém não houve diferença estatística entre os demais.

Tabela 6. Peso Fresco total (g) de mudas de alface cultivar Vanda, aos 24 dias após semeadura (DAS), submetidas ao manejo com microrganismos eficazes e tratamento de sementes com extrato de vermicomposto (C – controle; EM – microrganismos eficazes; EVC – extrato de vermicomposto; n = 4).

Aplicação de microrganismos eficazes		
	C	EM
	12,3 a	8,3 b
CV 1 (%)	16,9%	
Doses de EVC		
0	11,4 A	8,1 AB
1	13,0 A	7,5 B
2	13,4 A	8,5 AB
5	11,9 A	7,5 B
10	11,9 A	10,0 A
CV 2 (%)	16,5%	

Médias seguidas de mesma letra, na linha (minúscula) e na coluna (maiúscula), não diferiram entre si, pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

Ao observar a variável massa seca da parte aérea (tabela 7), é possível afirmar que não houve diferença estatística entre os tratamentos, não sendo visível uma resposta para os diversos tratamentos utilizados neste estudo e a variável em questão. Isto indica que apesar dos tratamentos que receberam EM apresentarem menor comprimento de parte aérea, não houve diferenças estatísticas em relação ao acúmulo de nutrientes e fotoassimilados na parte aérea das plantas, independente dos tratamentos, como é exemplificado por LOPES et al. (2018).

Tabela 7. Massa Seca Parte Aérea (g) de mudas de alface cultivar Vanda, aos 24 dias após semeadura (DAS), submetidas ao manejo com microrganismos eficazes e tratamento de sementes com extrato de vermicomposto (C – controle; EM – microrganismos eficazes; EVC – extrato de vermicomposto; n = 4)

Aplicação de microrganismos eficazes		
	C	EM
	1,8 a	1,7 a
CV 1 (%)	10,2%	
Doses de EVC		
0	1,9 A	1,8 A
1	1,9 A	1,6 A

2	1,8 A	1,8 A
5	1,9 A	1,7 A
10	1,8 A	1,9 A
CV 2 (%)	10,9%	

Médias seguidas de mesma letra, na linha (minúscula) e na coluna (maiúscula), não diferiram entre si, pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

Para a variável massa seca das raízes teve redução de 13,3% (tabela 8), quando comparados com os valores médios do tratamento controle. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos que receberam apenas o tratamento de sementes com as doses de EVC, porém, ao analisar os resultados para os tratamentos com EM, as doses de EVC influenciaram na massa seca das raízes, indicando um maior acúmulo de matéria. Os tratamentos 5%EVC+EM, 1%EVC+EM e 2%EVC+EM, apresentaram as maiores médias, entretanto não diferiram entre si, por sua vez, estes foram superiores (11,1%, 7,9% e 5,9% respectivamente) ao tratamento que não recebeu EVC. Não houve diferença entre o tratamento 10%EVC+EM e os demais. Estes dados indicam que o tratamento 5%EVC+EM foi o mais eficiente em acumular biomassa na raiz das plantas, como afirma LOPES et al. (2018).

Estes dados indicam que as mudas tratadas com EM apresentaram menor absorção de nutrientes e, conseqüentemente, menor acúmulo de biomassa nas raízes, como foi constatado por LOPES et al. (2018), ao avaliar o efeito de aplicação de extratos de vermicomposto em Brássicas. Contudo, a dose 5%EVC+EM apresentou uma média muito similar aos tratamentos com EVC.

Tabela 8. Massa Seca Raiz (g) de mudas de alface cultivar Vanda, aos 24 dias após semeadura (DAS), submetidas ao manejo com microrganismos eficazes e tratamento de sementes com extrato de vermicomposto (C – controle; EM – microrganismos eficazes; EVC – extrato de vermicomposto; n = 4).

Aplicação de microrganismos eficazes		
	C	EM
	1,5 a	1,3 b
CV 1 (%)	2,8%	
Doses de EVC		
0	1,4 A	1,28 B
1	1,5 A	1,39 A
2	1,6 A	1,36 A
5	1,6 A	1,44 A
10	1,5 A	1,35 AB
CV 2 (%)	7,6%	

Médias seguidas de mesma letra, na linha (minúscula) e na coluna (maiúscula), não diferiram entre si, pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

A variável massa seca total (tabela 9), entretanto, não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, indicando que apesar da aplicação de EM ter reduzido o acúmulo de massa seca radicular, em relação ao tratamento de sementes com EVC, o acúmulo de massa seca total das mudas não apresentou diferenças estatísticas.

Tabela 9. Massa Seca total (g) de mudas de alface cultivar Vanda, aos 24 dias após semeadura (DAS), submetidas ao manejo com microrganismos eficazes e tratamento de sementes com extrato de vermicomposto (C – controle; EM – microrganismos eficazes; EVC – extrato de vermicomposto; n = 4).

	Aplicação de microrganismos eficazes	
	C	EM
	3,4 a	3,1 a
CV 1 (%)	5,7%	
Doses de EVC		
0	3,3 A	3,0 A
1	3,4 A	3,0 A
2	3,4 A	3,1 A
5	3,5 A	3,2 A
10	3,3 A	3,2 A
CV 2 (%)	7,8%	

Médias seguidas de mesma letra, na linha (minúscula) e na coluna (maiúscula), não diferiram entre si, pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

Estes resultados vão contra aos observados em outros trabalhos onde se avaliou o efeito da utilização de EM no cultivo de alface. DOS SANTOS SOUSA; DE PONTES; DE MELO (2020), em experimento utilizando cultivares de alface americana submetidas ao tratamento com complexos de microrganismos em condições de campo, constataram uma resposta positiva nas características comerciais das plantas. Em um experimento conduzido por SILVA et al. (2018), utilizando diferentes doses de biofertilizante com base de EM, também em campo, foi observado o efeito positivo em parâmetros comerciais sobre as folhas de alface. ALMEIDA (2000), ao analisar o efeito da aplicação de EM em espécies arbóreas, constatou o efeito adverso destes em mudas de Sucupira submetidas ao tratamento com EM. A mesma autora sugere que a aplicação de EM no solo favorece a decomposição da matéria

orgânica, que além de interferir nas taxas de fertilidade do solo, também influencia no pH, fato este que interfere na disponibilidade e absorção de nutrientes pelas plantas (ALMEIDA, 2000).

CARVALHO et al. (2018), ao avaliar o efeito da aplicação de EM via substrato em mudas de rúcula, constatou uma redução da parte radicular das plantas e justifica este efeito devido a uma maior disponibilidade de nutrientes no sistema radicular, resultando em menor investimento das plantas em desenvolver as raízes. Contudo, o mesmo trabalho indica melhores valores para as outras variáveis analisadas, corroborando o efeito positivo do EM nas plantas, fato este que não foi observado neste trabalho, visto que os outros parâmetros avaliados também sofreram redução quando comparados ao tratamento controle.

Este efeito pode ser explicado devido à composição química do extrato, que apresenta diversas substâncias orgânicas capazes de influenciar o desenvolvimento vegetal (ARACON; OWES; CORVERSE, 2019; BORGES, 2017).

6 CONCLUSÃO

1. A aplicação de extrato de vermicomposto causou uma resposta positiva para massa seca de raízes.
2. A aplicação foliar de EM não se mostrou benéfica no desenvolvimento de mudas de alface nas condições do estudo.
3. Houve efeitos relacionados às doses de EVC na interação com EM sobre o desempenho das mudas de alface.

BIBLIOGRAFIA

ADUBAÇÃO, TECNOLOGIAS E TENDÊNCIAS PARA A.; DE HORTALIÇAS, E. A. NUTRIÇÃO. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DAS TECNOLOGIAS E INSUMOS PARA A SUSTENTABILIDADE NA OLERICULTURA. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2.

ALMEIDA, Mary Jane Brandão de. Uso de microrganismos eficazes e de adubação orgânica e mineral no crescimento de mudas de sucupira amarela (*Enterolobium schomburgkii* Benth) e de sumaúma (*Ceiba petrandia* (L.) Gaertn), em condições de viveiro no Amazonas. 2000 (dissertação).

AMARO, Geovani B. et al. Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2007.

ANTUNES, Rul Martins et al. Transformações químicas dos ácidos húmicos durante o processo de vermicompostagem de resíduos orgânicos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 20, n. 4, p. 699-708, 2015.

ARANCON, Norman Q.; OWENS, John Dean; CONVERSE, Chad. The effects of vermicompost tea on the growth and yield of lettuce and tomato in a non-circulating hydroponics system. **Journal of plant nutrition**, v. 42, n. 19, p. 2447-2458, 2019.

BORGES, Marcelo Ferreira. Substâncias Húmicas em solo adubado com resíduo de origem animal. 2017. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

CAPORAL, Francisco Roberto; COSTABEBER, José Antônio. Segurança alimentar e agricultura sustentável: uma perspectiva agroecológica. **Ciência & Ambiente**, v. 1, n. 27, p. 153-165, 2003.

CAPORAL, Francisco Roberto. **Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis**. Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

CARVALHO, Patricia Aparecida de et al. Desempenho agrônomo de rúcula (*Eruca sativa*) em função do uso de microrganismos eficientes (EM) e de palhada. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

CARVALHO, Cleonice de. et al. Anuário brasileiro de horti&fruti 2020 - Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz 96p. il., 2019.

CASTELO BRANCO, Marina; NOGUEIRA, Jorge M.; DOS SANTOS, Rodrigo C. Perfil dos consumidores de hortaliças da cidade de Santo Antônio do Descoberto-GO. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 368-372, 2006.

CONAB, 2020. Boletim Hortigranjeiro / Companhia Nacional de Abastecimento. - v.1, n.1 (2015-). - Brasília : Conab, 2015- v 6, número 10.

COTTA, Jussara Aparecida de Oliveira et al. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 65-78, 2015.

CUNHA, T. J. F.; MENDES, Alessandra Monteiro Salviano; GIONGO, Vanderlise. Matéria orgânica do solo. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2015.

DA COSTA, Elaine Martins; SILVA, Helane França; DE ALMEIDA RIBEIRO, Paula Rose. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 1844, 2013.

DA SILVA¹, Renata Lima Machado; DO NASCIMENTO DUARTE, Joelma Vieira; ANSELMO, Maria da Glória Vieira. FATORES INTERVENIENTES NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS, 2017.

DAL BOSCO, Tatiane Cristina. Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas. **São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda**, 2017.

DE AQUINO, Adriana Maria; DE ALMEIDA, Dejair Lopes; DA SILVA, Vladir Fernandes. Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem. **Embrapa Agrobiologia-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 1992.

DE AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, Arlene Maria Gomes; LOUREIRO, Diego Canpana. Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos. **Embrapa Agrobiologia-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2005.

DE ANDRADE, Carlos Fernando et al. EFEITO DE BIOFERTILIZANTE NO CRESCIMENTO DE ALFACE, RÚCULA, TOMATE, CEBOLINHA E REPOLHO. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 3, p. 278-287, 2019.

DE OLIVEIRA FILHO, Josemar Gonçalves et al. Caracterização microbiológica do processo de compostagem de resíduos orgânicos em pequena escala. In: **Colloquium Agrariae**. 2017. p. 130-136.

DE SOUZA, Janacinta Nogueira; CARVALHO, Brenda de Assis Ferreira; ROCHA, Adriana Marques. Uso dos resíduos orgânicos domésticos em vermicompostagem. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 2, p. 160-167, 2020.

DE SOUSA ANTUNES, Luiz Fernando et al. AVALIAÇÃO QUÍMICA DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS ARMAZENADOS E SUA EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 2, p. 139-155, 2019.

DO LAGO LOPES, Klayton Antonio et al. Efeito do chorume de vermicompostagem sobre a produção de mudas de Brassica oleracea L. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 10, n. 2, 2019.

DOS SANTOS SOUSA, Westefann; DE PONTES, José Roberto Verginio; DE MELO, Osmanny Francisco Pereira. Efficient Microorganisms in lettuce cultivation. **Revista Agrogeoambiental**, v. 12, n. 2, 2020.

DORES-SILVA, Paulo R.; LANDGRAF, Maria Diva; REZENDE, Maria Olímpia de O. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. **Química Nova**, v. 36, n. 5, p. 640-645, 2013.

FERREIRA, Luiz Leonardo et al. Vermicompostos como substrato na produção de mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) e couve-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 256-263, 2014.

FINATTO, Jordana et al. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 5, n. 4, 2013.

FONTENELLE, M. R. et al. Biofertilizante Hortbio®: propriedades agronômicas e instruções para o uso. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2017.

FRARE, Laercio Mantovani; ROYER, Ana Caroline; TOPANOTTI, Bruna Capra. Oficina de Vermicompostagem. 2017.

GARCIA, Naiara Loiuze et al. Vermicompostagem doméstica como alternativa na decomposição de resíduos orgânicos. **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental-ABES**, 2016.

HERBETS, Ricardo André et al. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 41-50, 2005.

HERNANDEZ, Orlando L. et al. Humatos isolados de vermicomposto como promotores de crescimento em cultivo orgânico de alface. **Revista Ciências Técnicas Agropecuarias**, v. 22, n. 1, p. 70-75, 2013.

HEINTZE, Taiomara CD et al. PERFIL DE CONSUMO DE ALFACE EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR DA REGIÃO OESTE DO PARANÁ. " **NOSSAS AÇÕES SÃO O NOSSO FUTURO.**, v. 32, n. 284/285, p. 41, 2018.

HENZ, Gilmar Paulo; SUINAGA, F. A. Tipos de alface cultivados no Brasil. **Embrapa Hortaliças-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2009.

LEITE, C. D.; MEIRA, A. L: Ficha Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas nº 31- preparo de Microrganismos Eficiente. **Coordenação de Agroecologia - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2010.

LEITE, C. D.; MEIRA, A. L.; MOREIRA, V. R. R.: Ficha Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas nº 32 - uso de Microrganismos Eficientes em plantas, sementes e solo. **Coordenação de Agroecologia - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2011.

LOPES, Maurício Antonio. Os insumos biológicos na agricultura do futuro. **EMBRAPA–Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Notícias–18/09/18. Recursos Naturais.** v. 20, n. 10, p. 2018, 2018.

LOURENÇO, Nelson. Manual de Vermicompostagem e vermicultura para a agricultura orgânica. Nelson Lourenço, 2014.

LIMA, M. F. et al. Doença vira-cabeça em alface: sintomatologia, transmissão, epidemiologia e medidas de controle. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2016.

MAKISHIMA, Nozomu et al. **Cultivo de hortaliças**. EMBRAPA-CNPV, 1992.

MARQUES, P.A.A.; BALDOTTO, P.V.; SANTOS, A.C.P.; OLIVEIRA, L. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 649-651, outubro-dezembro 2003.

MENEZES, João Filipe Faria. Utilização agrícola de produtos e sub-produtos resultantes da aquacultura e da vermicompostagem. 2015. Tese de Doutorado. ISA/UL.

MOREIRA, F.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e Bioquímica do Solo. 2ª edição, **Editora UFLA**, 2006. 623 p.

MUNDO, Transformando Nosso. a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. **Recuperado em**, v. 15, 2016.

MÜLLER SF; MEINERZ CC; MARTINAZO-PORTZ T; SCHMIDT MAH; ECHER MM. 2009. Uso de um complexo de microrganismos na produção de mudas de chicória. **Horticultura Brasileira** 27: S1743-S1750.

NANZER, Marina Chiquito et al. Estoque de carbono orgânico total e fracionamento granulométrico da matéria orgânica em sistemas de uso do solo no Cerrado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 1, p. 136-145, 2019

NASCIMENTO, W.M.; CANTLIFFE, D.J. Germinação de sementes de alface sob altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p.103-106, março 2002.

NETO, Joao Francisco. **Manual de horticultura ecológica**. NBL Editora, 1995.

PEDROSA, Talita Dantas et al. Monitoramento dos parâmetros físico-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 44-48, 2013.

PEREIRA, Tiago dos Santos. Potencial do extrato aquoso obtido de vermicomposto enriquecido com Trichoderma como estimulante do crescimento e controlador de nematoides em plantas de tomate e pimentão. 2019.

PIMENTA, Andressa Ferreira et al. Temperatura e redução de massa e volume em processo de compostagem de resíduos orgânicos domiciliares e poda de árvores. **Blucher Engineering Proceedings**, v. 3, n. 2, p. 991-998, 2016.

POTRICH¹, Ani Caroline G.; PINHEIRO, Renes Rossi; SCHMIDT, Denise. Alface hidropônica como alternativa de produção de alimentos de forma sustentável. 2012.

RICCI, M. Manual de vermicompostagem. Embrapa Rondônia-Documents (INFOTECA-E), 1996.

RONQUIM, Carlos César. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. **Embrapa Territorial-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2010.

SALA, F.C.; COSTA, C.P. 'PIRAROXÁ': Cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v.23, n.1, p.158-159, jan.-mar. 2005

SALA, Fernando Cesar; COSTA, Cyro Paulino da. Retrospectiva e tendência da alfaceicultura brasileira. **Horticultura brasileira**, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012.

SANTOS, Lidiane Figueiredo dos. Micro-organismos Eficientes: diversidade microbiana e efeito na germinação, crescimento e composição química de capim-marandu. **Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa. 2016.

SAUER, Aline Daniela; DE LIMA, Magdielly Kedma Taborda; GUZZATTI, Thaise Costa. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos em Florianópolis-SC: um caminho sustentável. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 8, n. 17, 2020.

SILVA, Welisson Diego da et al. Desenvolvimento de plantas de alface sob diferentes concentrações de biofertilizante. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

SILVAIR & MENDONÇA ES. 2007. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS RF et al. Fertilidade do solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciências do Solo**. p. 275-374

SIMÕES AC; ALVES GKEB; FERREIRA RLF; ARAUJO NETO SE. 2015. Qualidade da muda e produtividade de alface orgânica com condicionadores de substrato. **Horticultura Brasileira** 33: 521-526.

VALENTE, B. S. et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de zootecnia**, v. 58, n. 224, p. 59-85, 2009.

VITAL, Adriana de Fátima Meira et al. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos e produção de biofertilizante enriquecido. **Revista Saúde & Ciência Online**, v. 7, n. 2, p. 339-351, 2018.

